

## PEMANFAATAN FITOPLANKTON LAUT CHAETOCEROS CALCITRANS SEBAGAI BIOINDIKATOR DAN BIOAKUMULATOR $Cd^{2+}$ DI PERAIRAN.

<sup>a</sup>Muliadi

□<sup>a</sup>FKIP, Universitas Khairun, Ternate

Koresponden penulis : [muliadi@unkhair.ac.id](mailto:muliadi@unkhair.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan fitoplankton laut *Chaetoceros calcitrans* sebagai bioindikator perairan dan bioakumulator ion  $Cd^{2+}$  di perairan. Berdasarkan Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh toksik yang signifikan terhadap pola pertumbuhan fitoplankton dalam medium kultur *C. calcitrans* apabila terdapat ion  $Cd^{2+}$  0,1 ppm. Hal ini berarti bahwa fitoplankton *C. calcitrans* dapat dipertimbangkan sebagai bioindikator dan bioakumulator ion  $Cd^{2+}$  yang baik.

**Kata kunci:** *Chaetoceros calcitrans*, SSA, kadmium bioindikator dan bioakumulator.

### Abstract

*This study aimed to test the feasibility of marine phytoplankton *Chaetoceros calcitrans* as both of bioindicators and bioaccumulator cadmium ion in water. Based on the results of this study concluded that there is no significant toxic effect on the pattern of growth of phytoplankton in the culture medium of *C. calcitrans* in the concentration 0.1 ppm of  $Cd^{2+}$ . This means that phytoplankton *C. calcitrans* can be considered as good bioindicators and bioaccumulator cadmium ion.*

**Keywords :** *Chaetoceros calcitrans*, AAS, Cadmium, Bioindicator, Bioaccumulator

### PENDHULUAN

Perubahan kualitas perairan erat kaitannya dengan potensi perairan terhadap kelimpahan dan komposisi fitoplankton. Keberadaan fitoplankton di suatu perairan dapat memberikan informasi mengenai kondisi perairan

tersebut. Fitoplankton merupakan parameter biologi yang dapat dijadikan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan suatu perairan (Nayar dkk, 2004). Dinoflagellata dan diatom merupakan kelompok fitoplankton yang mendominasi perairan baik perairan dingin maupun

subtropik. Sebagian besar fitoplankton bersel tunggal (Boney, 1983). Fitoplankton bersel tunggal yang penting adalah diatom dan dinoflagelata. Diatom, menguasai perairan laut terutama di perairan dingin, mencapai lebih 1 juta sel / mL, sedang dinoflagelata menguasai di perairan tropik dan sub tropik. Fitoplankton mempunyai dinding sel yang menutup seluruh permukaan tubuhnya. Dinding sel fitoplankton dinoflagelata mengandung selulosa dan berbagai glikoprotein; sedang pada kelompok diatom tersusun dari silika. *Chaetoceros*, jenis banyak dijumpai baik sebagai *Chaetoceros calcitrans* maupun *Chaetoceros grailis*. Organisme ini bersel tunggal dan dapat membentuk rantai menggunakan duri yang saling berhubungan dengan sel yang berdekatan. Tubuh utama berbentuk petri dish dengan ukuran sel 6 – 8  $\mu\text{m}$ .

Beberapa hasil penelitian menunjukkan ada beberapa jenis mikroalga seperti *Dunaliella tertiolecta*, *Scenedemus acutus* dan *Euglena gracilis* (Vilchez, et. al., 1997), *Chlorella vulgaris* (Suhendrayatna, 2001 dan Maeda dan Ohki, 1998), *Nostoc* sp. dan *Phormidium* sp., (Maeda dan Ohki, 1998) memiliki toleransi yang tinggi terhadap pengambilan ion logam berat.

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5  $\text{gr/cm}^3$ , mempunyai afinitas yang tertinggi terhadap unsur S dan biasanya

bernomor atom 22 sampai 92 dari periode 4 sampai 7 (Mittinen, 1997). Kadmium adalah logam putih keperakan yang dapat ditempa dan liat, memiliki massa atom relatif 112,4, melebur pada suhu 321<sup>0</sup>C. Kadmium membentuk ion bivalen yang tak berwarna, kadmium klorida, kadmium nitrat, dan kadmium sulfat larut dalam air, sulfidanya tak larut dan berwarna khas (Svehla, 1979).

Menurut Vouk (1986) dalam Suhendrayatna (2001) terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, ion logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, dimana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain.

Masalah pencemaran air oleh ion logam berat menghadirkan suatu tantangan dan penggunaan biomaterial dapat menjadi solusi dari masalah tersebut (Nuhoglu dkk., 2002). Bioremediasi pada lahan terkontaminasi

logam berat didefinisikan sebagai proses pembersihan (cleanup) lahan dari bahan-bahan pencemar secara biologi atau dengan menggunakan organisme hidup, baik mikroorganisme (mikrofauna atau mikroflora) maupun makroorganisme. Konsep penggunaan tumbuhan untuk membersihkan lingkungan dari bahan-bahan pencemar disebut fitoremediasi (Moreno, dkk., 2006).

Bioakumulasi diartikan sebagai pengangkutan bahan pencemar (organik maupun anorganik) ke bagian dalam sel hidup (Barron, 1995). Bioakumulasi ion logam menggunakan organisme terjadi dengan reaksi pengkompleksan, pertukaran ion, kelatin dan adsorpsi (Volesky dan Holan, 1995). Beberapa organisme seperti tanaman, ganggang, dan beberapa jamur bereaksi terhadap efek ion logam berat dengan mensintesis protein pengkelat logam atau peptida kaya sistein yang dirujuk sebagai fitokhelatin (Grill dkk., 1985) atau peptida -glutamil peptida (Reese dan Winge, 1988). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pemanfaatan fitoplankton sebagai bioindikator dan bioakumulator ion logam Cd.

## METODE PENELITIAN

### *Bahan dan alat*

Bahan-bahan yang digunakan antara lain; biakan fitoplankton *Chaetoceros Calcitrans*,  $\text{CdCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , Aquabidest,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,

$\text{H}_3\text{BO}_3$ , EDTA,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_6\text{MoO}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4$ , Vitamin B12, Vitamin B1,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , glutation, kertas saring whatman Millipor. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain; alat-alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium, sentrifugasi, spektrofotometer serapan atom (SSA) Bulk Scientific model 205 VGP, pH meter, oven model SPNISOSFD, neraca digital Ohaus model NO AP 110, FT-IR model SHIMADZU 820 1PC.

### *Prosedur penelitian mengkultur Fitoplankton C. calcitrans.*

Air laut yang sudah disterilkan selanjutnya diukur salinitasnya dengan menggunakan alat salinometer dan disaring dengan menggunakan kertas saring. Untuk memperoleh salinitas air laut yang sesuai untuk spesies fitoplankton uji dilakukan dengan cara pengenceran atau pemekatan. Untuk mendapatkan kepadatan fitoplankton yang diinginkan digunakan rumus pengenceran :

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana;

$V_2$  = Volume kultur,  $N_1$  = Kepadatan sel fitoplankton stok,

$N_2$  = Kepadatan sel fitoplankton kultur

Penghitungan kepadatan sel fitoplankton

menggunakan alat Haemocytometer dengan pengamatan mikroskop. Pengamatan pola pertumbuhan diamati pada kondisi tanpa dan dengan paparan kadmium. Setelah 3 hari, kultur dipindah ke botol 250 mL. Selama pelaksanaan kultur, parameter fisika-kimia dipertahankan.

#### *Menentukan waktu Pertumbuhan Fitoplankton*

Penentuan pola pertumbuhan fitoplankton, dilakukan penghitungan jumlah sel per mililiter medium setiap 24 jam. Contoh diambil dengan pipet tetes steril, diteteskan sekitar 0,1-0,5 mL pada Haemositometer, kemudian diamati melalui mikroskop (Seafdec, 1985). Bila kepadatan sel masih normal, penghitungan kepadatannya menggunakan rumus :

Bila kepadatan selnya terlalu tinggi, penghitungannya menggunakan rumus :  

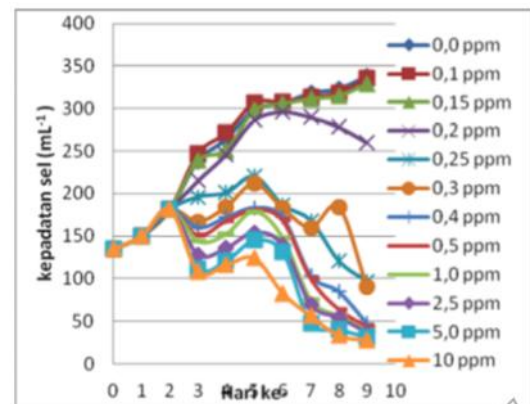
$$\text{Jumlah sel/mL} = \text{Jumlah sel dalam 4 bagian} \times 4 \times 10.000.$$

Menentukan Nilai konsentrasi maksimum ion logam berat kadmium oleh fitoplankton laut *C. calcitrans*.

Setelah diketahui pola pertumbuhan (sekitar 3 hari) fitoplankton uji masing-masing, dilakukan satu seri kultur dengan pemaparan ion  $\text{Cd}^{2+}$  pada mediumnya dengan konsentrasi 0,0; 0,10; 0,20; 0,25; 0,50; 1,00; 2,50; 5,00 dan 10,0 mg/L medium.

## HASIL dan PEMBAHASAN

Pengamatan pola pertumbuhan diamati pada kondisi tanpa dan dengan paparan kadmium. Setelah 3 hari, kultur dipindah ke botol 250 mL. Selama pelaksanaan kultur, parameter fisika-kimia dipertahankan. Data hasil pengamatan pola pertumbuhan kepadatan sel fitoplankton *C. calcitrans* dapat dilihat pada Gambar 2;



Gambar 2. Pola pertumbuhan sel fitoplankton *C. calcitrans* dengan penambahan ion  $\text{Cd}^{2+}$  pada berbagai tingkat konsentrasi.

Gambar 2, menunjukkan pola pertumbuhan kepadatan sel fitoplankton *C. calcitrans* yang terpapar ion  $\text{Cd}^{2+}$  dengan variasi konsentrasi 0,0; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 dan 10 ppm. Pertumbuhan sel fitoplankton yang terpapar ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  0,1 dan 0,15 ppm menunjukkan pertumbuhan yang relatif sama dengan Kontrol (0,0 ppm ion  $\text{Cd}^{2+}$ ). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut tidak

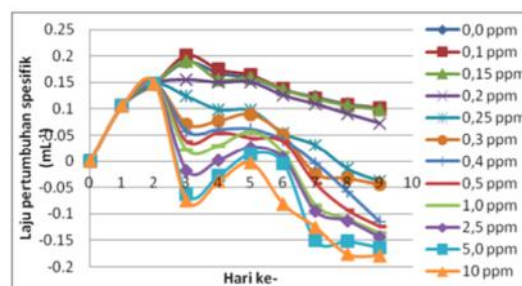
memiliki efek toksik (NEC) terhadap pertumbuhan fitoplankton dalam medium kultur.

Semakin tinggi konsentrasi ion  $\text{Cd}^{2+}$  yang ditambahkan semakin rendah grafik pola pertumbuhannya, kejadian ini tampak pada penambahan konsentrasi ion  $\text{Cd}^{2+}$  0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5 dan 10 ppm. Kejadian disebabkan karena pada konsentrasi tersebut sel fitoplankton mengalami efek toksisitas ion  $\text{Cd}^{2+}$ . Ion  $\text{Cd}^{2+}$  yang terakumulasi dalam sel fitoplankton berikatan dengan gugus-gugus aktif enzim diantaranya gugus -SH yang berefek pada terhambatnya mekanisme kerja enzim sehingga pembelahan sel fitoplankton *C. Calcitrans* terhambat kejadian ini tampak pada konsentrasi ion  $\text{Cd}^{2+}$  0,2 ppm. Konsentrasi ion  $\text{Cd}^{2+}$  25 hingga 10 ppm terjadi penurunan jumlah sel fitoplankton yang sangat signifikan Hal ini menunjukkan sifat toksisitas ion  $\text{Cd}^{2+}$  terhadap pertumbuhan fitoplankton berlangsung pada penambahan konsentrasi ion  $\text{Cd}^{2+} \geq 0,2$  ppm.

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan keberadaan ion  $\text{Cd}^{2+}$  pada medium kultur fitoplankton *C. Calcitrans* yang lebih besar dari nilai konsentrasi maksimum yang dapat ditoleransi menghambat pertumbuhan dan menurunkan jumlah kepadatan sel

fitoplankton *C. calcitrans* dan *T. chuii*. Hal ini sesuai penelitian Foster (1977), dimana pengaruh penambahan ion logam berat pada medium plankton bersel tunggal memiliki korelasi positif dengan penurunan jumlah sel dan bobot kering.

Besarnya pengaruh konsentrasi ion  $\text{Cd}^{2+}$  terhadap laju pertumbuhan spesifik fitoplankton *C. calcitrans* disajikan pada Gambar 3;



Gambar 3. Pola laju pertumbuhan spesifik sel fitoplankton *C. calcitrans* dengan penambahan ion  $\text{Cd}^{2+}$  pada berbagai tingkat konsentrasi.

Berdasarkan Gambar 3, tampak kenaikan pola laju pertumbuhan spesifik sel fitoplankton *C. calcitrans* pada konsentrasi ion  $\text{Cd}^{2+}$  0,1 dan 0,15 ppm relatif sama dengan kenaikan laju pertumbuhan spesifik fitoplankton kontrol (0,0 ppm) pada hari ke-1 hingga hari ke-3. Hal ini dimungkinkan karena energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan sel masih cukup tersedia dalam medium kultur. Kejadian ini mengindikasikan bahwa fitoplankton *C. calcitrans* memiliki tingkat toleransi

yang tinggi terhadap ion  $\text{Cd}^{2+}$  bila dibandingkan dengan konsentrasi ion  $\text{Cd}^{2+}$  yang diperbolehkan dalam perairan sebesar 0.01 ppm (peraturan Pemerintah No. 20, 1990).

## KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh toksik yang signifikan terhadap pola pertumbuhan fitoplankton dalam medium kultur *C. calcitrans* apabila terdapat ion  $\text{Cd}^{2+}$  0,1 ppm. Hal ini berarti bahwa fitoplankton *C. calcitrans* dapat dipertimbangkan sebagai bioindikator dan bioakumulator ion  $\text{Cd}^{2+}$  yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barron, M.G. 1995, Bioaccumulation and Bioconcentration in Aquatic Organism. In: Hoffman, D.j., Rattner, G.A., Burton, and Cairns, Handbook of Ecotoxicology. Boca Raton: CRC Press In.
- Boney, A.D., 1983, "Phytoplankton ", Edwar Arnold ( Publishers) Limited, London. □ Grill, E; Winnacker, E.L.; Zenk, M.H., 1985 : Phytochelatins : the principal heavy-metal complexing peptides of higher plant. Science, 230, 674-676.
- Kobayashi J., 1971 : Relation between the Itai-Itai disease and the pollution of river water by cadmium from a mine, in Proceedings research conference, San Francisco, California, July- August, 1970.
- Maeda, s., and Ohki, A., 1998, Bioaccumulation and biotransformation of Arsenic., Antimony, and Bismuth compounds by fresswater Algae, in water treatment with algae, Yuk-shan and Nora F.Y.Tam (eds) Springer-Verlag and lands Bioscience, pp. 73-92.
- Moreno-Jiménez, R. Gamarra, R.O. Carpena-Ruiz, R. Millán, J.M. Peñalosa and E. Esteban, (2006) : Mercury bioaccumulation and phytotoxicity in two wild plant species of Almadén area, Chemosphere : 63:11; 1969-1973
- Nayar, S., Goh, B. P. L. dan Chou, L. M., 2004, Enviromental Impac of Heavy Metals from Dredged and Resuspended Sediments on Phytoplankton and Bacteria Assessed In Situ Mesocosms, Enviromtmental Safety, 59, 349.
- Nuhoglu, Y., Malkoc, E., Gurses, A., dan Campolat, N., 2002, The removal of Cu(II) from aqueous solutions by Ulothrix Zonata, Bioresour. Techno,l. 85, 331-

333.

Rausser, W. E., 1995 : Phytochelatins and Related Peptides : Structure, Biosynthesis, and Function, Plant Physiol. 109 : 1141-1149.

Reese, R.N. dan Winge, D.R., (1988) : Sulfide stabilization of the cadmium- -glutamyl peptide complex of *Schizosaccharomyces pombe*. J. Biol. Chem. 263(9) : 4186-4192.

Seafdec, 1985, Prawn Hatchery Design and Operational, Aquaculture Extension Manual No. 9, Aquaculture Department, Tigbauan, Iloilo, Philippines.

Suhendrayatna, 2001, Bioremoval Logam Berat Menggunakan Mikroorganisme: Suatu kajian Kepustakaan, Kagoshima University, Japan.

Svehla, G., 1979, Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis, University Queen, Belfast, London.

Vilchez, I., Garbayo, M.V., Labato, and Vega, J.M., 1997, Enzym an Microb.Technol., 20, 562-572. Volesky B, Holan ZR.,1995. Biosorption of Heavy Metals. Biotechnology Program.;11(3):235-250